

ЄВСЕЄНКО О. М.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

<https://orcid.org/0000-0001-5432-1211>e-mail: olegyevseienko@gmail.com

КАЧАНОВ П. О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

<https://orcid.org/0000-0002-0781-0853>e-mail: kpa@kpi.kharkov.ua

ПОБУДОВА SCADA-СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ ПРИМІЩЕНЬ ТОРГОВЕЛЬНОГО ЦЕНТРУ

Стаття присвячена дослідженню технологічних процесів обігріву, кондиціювання та вентиляції приміщень з метою розробки автоматизованої системи контролю мікроклімату приміщень торговельного центру, що дає змогу оцінити підходи підвищення енергоефективності використання енергоресурсів. Це питання є актуальним з огляду на те, що поточні системи контролю мікроклімату не є енергоефективними, а використання автоматизованих систем диспетчеризації дозволить отримувати інформацію про поточний стан роботи системи. Це допоможе зменшити витрати на роботу обладнання за рахунок збору та обробки інформації в реальному часі, упровадження нових законів керування. Для досягнення поставленої мети було проаналізовано існуючі системи контролю мікроклімату та визначено, що їх можна вдосконалити шляхом застосування SCADA-системи. Досліджено поточні реалізації контролю параметрів торговельних центрів та на основі цього аналізу отримано вимоги до побудови SCADA-систем. Розроблена система контролю дає можливість побудувати систему управління мікрокліматом приміщень торговельних центрів, що дозволить виконати ідентифікацію об'єкта керування та спростить упровадження енергоефективних алгоритмів керування. Здійснено огляд алгоритмів керування температурно-вологісними процесами в приміщеннях торговельного центру. Отримано загальний перелік вхідних-вихідних параметрів вентиляційної установки. За допомогою цих параметрів побудовано структурну схему підключення. Вибрано обладнання, за допомогою якого можна побудувати автоматизовану систему керування. Розроблено мнемосхеми оператора для відстеження параметрів мікроклімату. Розроблено візуалізації процесу входу в систему, вибору приміщення та задання уставок керування. Практичне значення дослідження полягає в розробці апаратно-програмного комплексу керування системою.

Ключові слова: торговельний центр, SCADA-система, автоматизоване керування, апаратно-програмний комплекс, вентиляція та кондиціювання.

Oleh YEVSEIENKO, Petro KACHANOV

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»

SHOPPING MALL PREMISES SCADA-MICROCLIMATE CONTROL SYSTEM DEVELOPMENT

The article is devoted to the shopping malls technological processes of heating, air conditioning and ventilation control studying. In order to develop a shopping mall microclimate control automated system temperature, humidity and ventilation control laws were analysed. Literature review shows that current microclimate control systems are not energy efficient and the usage of supervisory control and data acquisition systems can provide information of the current system state and decrease energy consumption. It is stated that using SCADA-system helps to reduce equipment operating costs by collecting and processing real-time information and implementing new energy-efficient control laws. To achieve this goal, the existing microclimate control systems were analysed. It was determined that these systems can be improved by using the SCADA system. Current implementations of shopping malls control parameters are investigated. Based on investigated control parameters the requirements of SCADA-systems construction were received. It was shown that the developed control system simplifies shopping malls microclimate control system construction, control object identification and energy-efficient control algorithms implementation. An overview of temperature and humidity processes in the shopping malls control algorithms was made. The list of input-output parameters of ventilation system control has been made. Using these parameters, the structural scheme of connection was built. The equipment of an automated control system is described. Operator visualization for microclimate parameters tracking have been developed. Visualizations of the authorization, room selection and setting control settings have been designed. The practical significance of the study lies in the hardware and software system control development.

Keywords: shopping mall, SCADA-system, automated control, hardware and software complex, ventilation and air conditioning.

Постановка проблеми у загальному вигляді

та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Розвиток світової економіки супроводжується зростанням потреб на використання енергоресурсів. Від забезпечення ними господарства країни залежить розвиток її економіки. Держава може імпортувати енергоресурси, або налагодити власний видобуток. Проте вичерпність енергоресурсів, збільшення світової ціни на їх видобуток та транспортування, проблеми, пов'язані із забрудненням навколишнього середовища, роблять актуальним завдання їх енергозбереження.

SCADA-система, або автоматизована система управління технологічними процесами – це програмний пакет, призначений для збору, обробки, візуалізації інформації про стан технологічного процесу об'єкта керування в реальному часі. Ці системи встановлюються на об'єктах, де потрібен контроль оператором за станом об'єкта управління. SCADA-система лише відображає інформацію, отриману від приладів контролю про стан об'єкта, а остаточне рішення про задання параметрів керування приймається

оператором. Необхідність використання та впровадження таких систем обумовлена складністю об'єкта управління, необхідністю забезпечити керування процесами в небезпечних та критичних областях.

Торговельний центр – це великий за площею об'єкт, який складається із приміщень різного призначення, куди приходять люди для здійснення покупок та відпочинку. Створення людям комфортного мікроклімату та їхня безпека є першочерговою задачею при проектуванні, будівництві та використанні торговельних центрів.

Забезпечення функціонування торговельного центру та підтримання комфорту вимагає певних енергетичних витрат. Оплата цих витрат лягає на орендаторів приміщень, а, отже, на покупців у вигляді збільшення цін на товари та послуги. Тому існує потреба у зниженні витрат на енергоспоживання. Як показують дослідження, витрати на використання енергоресурсів у системах опалення та кондиціонування займають близько 40 % від загальної кількості витрат [1].

Існують такі шляхи зниження енергоспоживання в торговельних центрах:

1. Оновлення системи освітлення на енергозберігаючі лампи.
2. Оптимізація розкладу роботи закладу.
3. Проведення технічного обслуговування опалювальних систем.
4. Використання датчиків, наприклад, прив'язати роботу частини системи освітлення до датчиків руху.

5. Інвестування в системи енергозбереження.

Система керування торговельним центром може складатися з наступних підсистем: освітлення, обігріву за допомогою котельні або індивідуального теплового пункту, холодильного центру, електропостачання, керування ліфтами та ескалаторами, пожежної безпеки, вентиляції та кондиціонування.

Кожна з підсистем може обслуговуватися різними компаніями, а системи керування можуть бути побудовані на різних програмних пристроях та в різних додатках. Для оператора, який відслідковує поточний стан підсистем, може бути незручним перемикання між програмами. Тому постає питання у створенні єдиної системи контролю за процесами торговельного центру, якою може бути SCADA-система.

Аналіз досліджень та публікацій

У роботі [2] побудована SCADA-система торговельного центру для визначення та сигналізації про пожежу. Надаються рекомендації щодо вибору програмованого логічного контролера, датчиків для визначення пожежі. Описано переваги використання програмованого логічного контролера (ПЛК) у побудові систем керування.

У роботі [3] порушується питання енергозбереження та підвищення якості електроенергії в промислових мережах. Для вирішення цих питань пропонується використовувати SCADA-систему, а саме програмний продукт PowerStudio.

У роботі [4] пропонується створювати систему керування освітленням на базі контролера Arduino, перевагою якого є легкість установа і невелика кількість зусиль на обслуговування. Проте використання ПЛК, на протипагу дослідженню [3], має перевагу в розширеному діапазоні робочих температур, стійкості до електричних перешкод, вібрацій, пилу та вологи [2].

У роботах [5, 6, 7] підтверджується необхідність створення автоматизованих систем керування на SCADA-системах у розподільчих мережах [5], керування інфраструктурою нафтогазодобування і транспортування [6], контролю стану відновлювальних джерел енергії (сонячних батарей, вітрогенераторів) [7]. Використання цих рішень надає суттєві переваги: надійність, контроль, моніторинг, логування подій. Так, у [5] вказується, що призначення SCADA-системи – це відображення складових частин управління процесами об'єкта в реальному часі. Також підтверджується необхідність її використання в розподільчих мережах.

У роботі [8] зазначено, що використання SCADA-системи може дозволити накопичити дані про об'єкт керування. Далі ці дані можуть використовуватися для побудови системи управління з прогнозуванням.

Серед переваг використання SCADA-системи [9] виокремлюються наступні: зменшення часу пусконаладжувальних робіт, часу внесення змін у проект та часу виявлення й усунення несправності. Упровадження системи моніторингу дозволило виявити раніше не діагностовані несправності обладнання. А в [10] розкрито наступні переваги: наочне відображення інформації, цілодобовий контроль технологічних процесів, зниження впливу людського фактору, швидка і достовірна діагностика стану об'єктів, авторизований доступ до інформації й управління, ведення журналу подій в автоматичному режимі.

Серед недоліків, які виділяються в [11], вказується, що процес створення SCADA-системи є складним і трудомістким. Виконання цієї роботи під силу тільки висококваліфікованому та злагоженому колективу співробітників, і передувати їй мають результати понад десяти стадій.

Усе це дає можливість стверджувати, що використання SCADA-систем дозволить побудувати розподілену надійну систему з можливістю ідентифікації параметрів об'єкта керування, синтезу рішень та алгоритмів керування щодо підвищення енергоефективності об'єкта управління.

Формулювання цілей статті

Метою роботи є розробка апаратно-програмного комплексу системи вентиляції та кондиціонування повітря торговельного центру за рахунок використання SCADA-системи, що дозволяє отримувати

інформацію з датчиків середовища та стан роботи виконавчих пристроїв для аналізу та ідентифікації об'єкта, синтезу енергозберігаючих законів керування.

Виклад основного матеріалу

Типова система вентиляційної установки для приміщень складається з заслінки, фільтру припливного повітря, теплообмінника (нагрівач або водяний калорифер), вентилятора припливного повітря, регулятора обертів вентилятора, компресорно-конденсаторного блоку. Для забезпечення системи додатковими функціями в неї можуть додаватися зволожувач повітря, ультрафіолетовий фільтр.

До системи входять наступні датчики параметрів середовища: температури зворотної води, зовнішнього повітря, припливного повітря, повітря в приміщенні, рівня вуглекислого газу та вологості, перепаду тиску. Для контролю стану виконавчих пристроїв використовуються датчики контролю стану роботи насоса, фільтра, стану пресостату і термозахисту вентилятора. Деякі вентилятори мають тахометр, частота якого інформує про поточну швидкість вентилятора. Маючи інформацію про виконавчі пристрої і датчики, можна створити функціональну схему підключення обладнання (рис. 1).

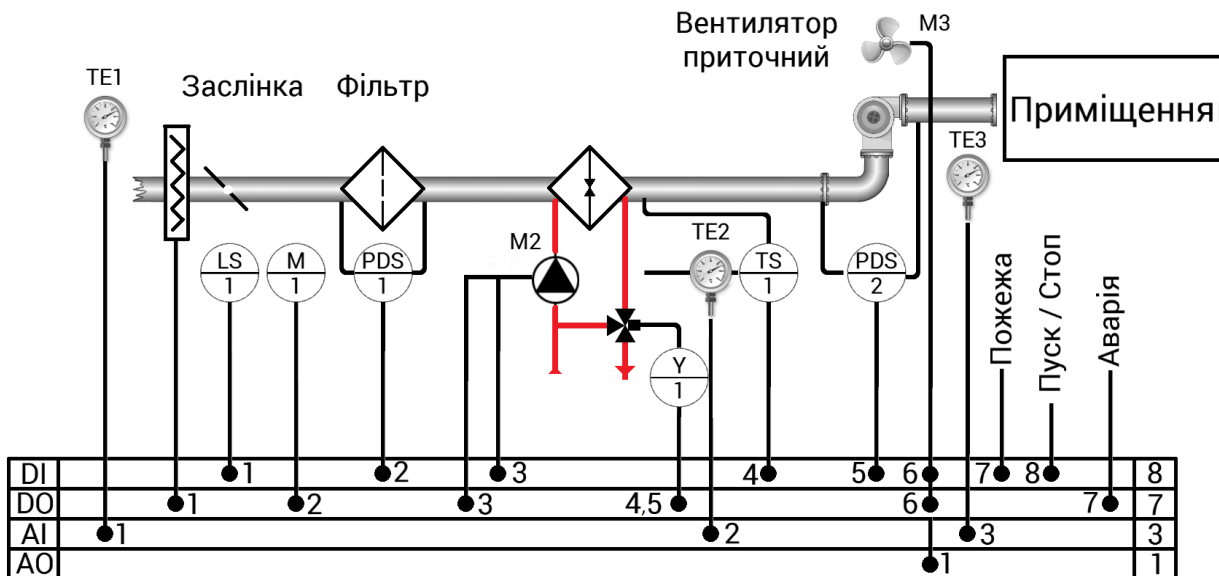


Рис. 1. Функціональна схема підключення

На рис. 1: DI – дискретний вхід, DO – дискретний вихід, AI – аналоговий вхід, AO – аналоговий вихід. Інші позначення винесені в табл. 1.

В організації роботи системи вентиляції та кондиціонування беруть участь виконавчі пристрої, датчики температури і датчики контролю стану виконавчих пристроїв.

Вентилятор має задану кількість швидкостей. Під час роботи системи швидкість вентилятора змінюється від нуля до заданого значення в залежності від умов та режиму роботи. Контроль швидкості роботи вентилятора здійснюється за рахунок обчислення кількості імпульсів, які генерує тахометр.

Заслінка має два режими роботи: на відкриття та закриття. У деяких системах контроль стану відкриття заслінки здійснюється за рахунок кінцевого перемикача. Відкриття заслінки здійснюється шляхом постійного тримання сигналу на відкриття. Під час зняття сигналу заслінка закривається. Для економії в системах вентиляції датчик відкриття заслінки може не використовуватися. Контроль за станом відкриття заслінки здійснюється опосередковано за допомогою датчика перепаду тиску після вмикання вентилятора.

Робота нагрівача здійснюється за показаннями датчика температури. До складу нагрівача можуть входити декілька ступеней. За типом сигналу ступені можуть бути з дискретним та аналоговим управлінням. Вибір ступені здійснюється за поточним показанням потужності регулятора. Для підготовки охолодженого повітря використовується компресорно-конденсаторний блок.

Система має наступні стани: система вимкнена, увімкнення, система увімкнена, вимкнення. Граф автомату стану наведено на рис. 2.

Коли система вимкнена, іде контроль показань датчиків та кінцевих перемикачів. Якщо показники температури в нормі й положення кінцевих перемикачів замкнуті, то систему можливо перевести у стан увімкнення. Переведення в цей стан здійснюється зовнішньою командою за вимогою користувача.

У стані увімкнення спочатку відкривається заслінка, далі йде увімкнення нагрівача та розкручування вентилятора. Після цього система переходить у стан «система увімкнена». Вимикання системи здійснюється зовнішньою командою за вимогою користувача. У цей час вимикається вентилятор, далі з заслінки знімається електричний сигнал і вона закривається.

Коли система знаходиться у стані «система увімкнена», вона працює в одному з режимів за вибором користувача:

1. Вентиляція. У даному режимі вентилятор працює на заданій швидкості. Жодні показники датчиків не використовуються.
2. Вентиляція з обігрівом.

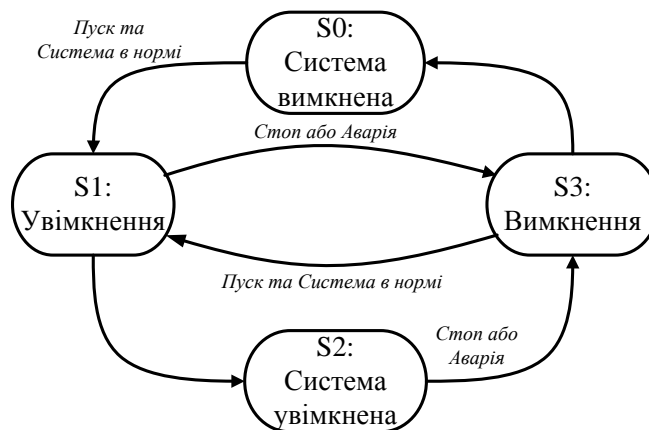


Рис. 2. Граф автомату стану роботи вентиляційної установки

Вентиляція з обігрівом призначена для підігріву приміщення. У даному режимі використовуються показники датчиків температури в приміщенні, температури припливного повітря, вентилятор та нагрівачі. Нагрівач у своєму складі має ступені.

Керування обігрівом здійснюється за допомогою ПІД-закону керування. Кожна ступень оцінюється у 100 % потужності. Дискретна ступень, як правило, використовується як базова. Робота нагрівача в залежності від поточної температури і уставки демонструється за допомогою рис. 3.

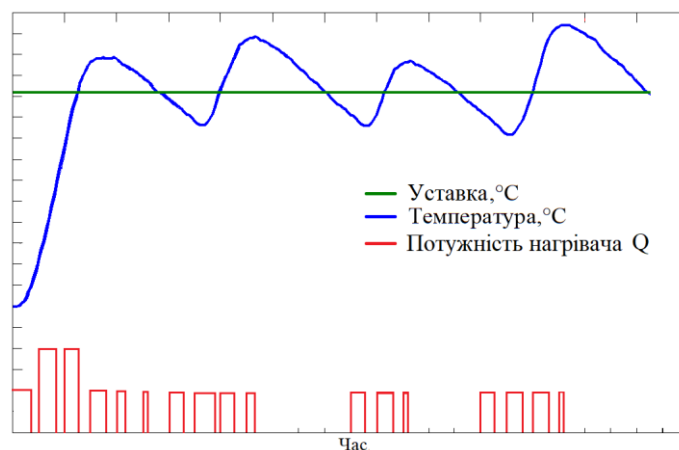


Рис. 3. Графік роботи нагрівача в режимі вентиляція з обігрівом

Якщо система має дві ступені, а саме: аналогову та дискретну, то сумарна потужність буде дорівнювати 200 %. Тоді при контролі від 0 % до 100 % здійснюється керування за допомогою аналогового управління за ШІМ-законом керування. Далі, при переході через 100% вмикається дискретна ступень, а подальше управління здійснюється знову за допомогою аналогової ступені.

Алгоритм роботи вентилятора: під час активації режиму вентилятор переходить на задану користувачем швидкість. Якщо потужність роботи нагрівача максимальна протягом заданого інтервалу часу, то йде збільшення швидкості вентилятора на одиницю. Якщо працює одна ступень вентилятора на значення потужності менше 50%, то з точки зору енергозбереження швидкість вентилятора зменшується на одиницю.

3. Вентиляція з охолодженням. Вентиляція з охолодженням використовуються для охолодження приміщення. Алгоритм роботи холодильника здійснюється за двопозиційним законом керування. Алгоритм роботи вентилятора наведено на рис. 4.

4. Провітрювання від вуглекислого газу. У даному режимі використовуються показники датчика вуглекислого газу та вентилятор. Алгоритм керування наступний: під час активації режиму вентилятор переходить на задану для режиму швидкість. Далі йде порівняння поточного та необхідного значення вуглекислого газу. Якщо поточне значення вуглекислого газу менше, ніж задане, то вентилятор зменшує швидкість роботи на одиницю. Інакше йде збільшення швидкості на одиницю. Змінна швидкості обмежена значеннями заданої мінімальної та максимальної швидкості повітря. Такий алгоритм порівняння значень показань датчика й уставок здійснюється через заданий період часу. Такий режим роботи демонструє рис. 4.

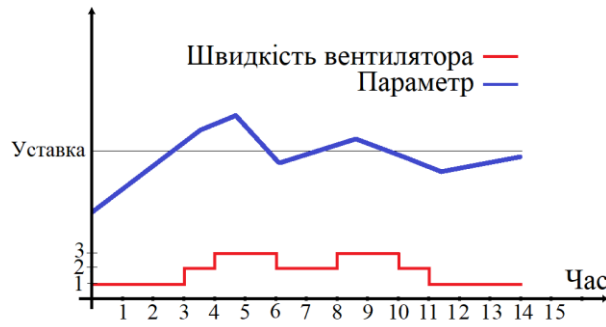


Рис. 4. Графік роботи вентилятора

5. Провітрювання від вологості. Режим провітрювання від вологості аналогічний режиму провітрювання від вуглекислого газу, тільки параметром, за яким здійснюється провітрювання, є показання датчика вологості. Роботу даного режиму демонструє рис. 4.

6. Зимово-літній режим. Режим зима-літо є ще одним режимом для організації роботи обладнання. Зимовий та літній періоди визначаються за температурою зовнішнього повітря. Для створення цього режиму існує дві уставки: уставка температури зовнішнього повітря та уставка гістерезису температури. Якщо температура зовнішнього повітря опускається нижче уставки температури зовнішнього повітря, то активізується зимовий режим, якщо перевищує значення уставки температури зовнішнього повітря + гістерезис температури, то літній режим. Графік роботи в зимово-літньому режимі наведено на рис. 5.

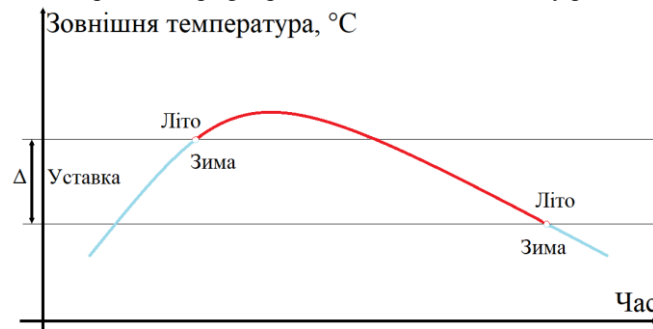


Рис. 5. Визначення сезону зима-літо

Зазвичай значення гістерезису температури (Δ) встановлюється в діапазоні від плюс 3 °C до плюс 5 °C. Під час роботи в режимі зима здійснюється підігрів клапану припливного повітря та підтримання температури припливного повітря. У літній період це не здійснюється.

7. Робота за розкладом. Робота за розкладом може реалізовуватись у двох варіаціях: будні та вихідні дні, або подобовий розклад. Параметри, які задаються у вигляді блоку параметрів: поточний режим, час увімкнення та час вимкнення режиму, швидкість вентилятора, уставка температури нагрівача або охолодження, уставка вуглекислого газу, вологості. Параметри цього блоку є однією точкою. Задана кількість точок формує параметри контролю для заданої доби в подобовому розкладі.

Якщо режим будні та вихідні дні, то існує два блока параметрів. Процес задання розкладу роботи для режиму будніх та вихідних днів наведено на рис. 6.

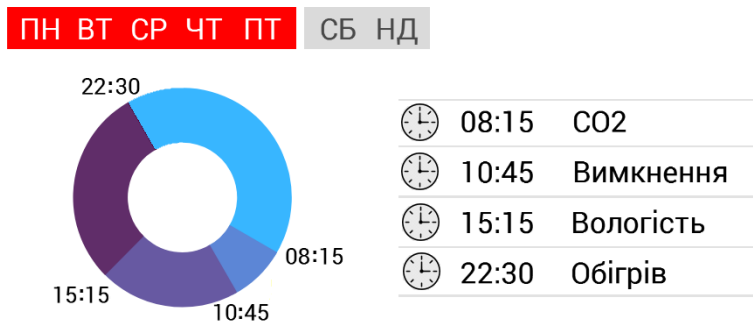


Рис. 6. Задання розкладу керування для режиму будні та вихідні дні

Окрім роботи в заданому режимі, системою здійснюється контроль аварійних та позаштатних ситуацій. Можливою реакцією на аварійну ситуацію, що виникла, є переведення системи у стан вимкнення з виконанням індикації аварії, унесення інформації в журнал аварій.

Реакцією на позаштатну ситуацію, наприклад, на засмічення фільтру, є попередження з продовженням роботи системи. Які ситуації вважати аварійними, а які позаштатними, налаштовує користувач.

Виділяються наступні аварійні ситуації:

1. Пожежа.
2. спрацював тепловий захист вентилятора.
3. спрацював пресостат вентилятора.
4. Перешкода відкриттю або закриттю заслінки.
5. Забруднення фільтру.
6. Несправність датчика зовнішньої температури.
7. Несправність датчика температури припливного повітря.
8. Несправність датчика температури зворотної води.
9. Несправність насоса теплообмінника.
10. Несправність термостату.
11. Температура повітря в каналі менше заданої температури (наприклад, менше 2°C).
12. Відсутність імпульсів від тахометра вентилятора.
13. Відсутність зв'язку між компонентами системи.

Виходячи зі списку датчиків, виконавчих пристроїв, режимів роботи, можна скласти перелік вхідних-вихідних сигналів (табл. 1). В табл. 2 наводяться параметри керування в приміщенні торговельного центру.

Таблиця 1

Перелік вхідних-вихідних сигналів для вентиляційної установки

№	Назва	Позначення	Тип сигналу
1	Клапан припливного повітря повністю відкритий	LS	DI
2	Відкрити клапан припливного повітря	M1	DO
3	Диференціальний тиск на фільтрі	PDS1	DI
4	Увімкнуті водяний теплонагрівач	Tov1	DO
5	Увімкнуті водяний насос	M2	DO
6	Увімкнуті запорно-регулюючий клапан	Y1	DO
7	Датчик температури зворотної води	TE2	AI
8	Увімкнуті капілярний термостат	TS1	DI
9	Увімкнуті вентилятор припливного повітря	Vп	DO
10	Термозахист керування	M3	DI
11	Керування вентилятором для однієї швидкості	M3	DO
12	Аналогове керування швидкостями вентилятора	M3	AO
13	Датчик диференціального тиску на вентиляторі	PDS2	DI
14	Зовнішнє керування станом виконавчих пристроїв	Пуск – Стоп	DI
15	Пожежа	Пожежа	DI
16	Наявність аварії	Загальна аварія	DI
17	Датчик температури припливного повітря	TE1	AI
18	Датчик температури повітря в приміщенні	TE2	AI

Таблиця 2

Перелік вхідних-вихідних сигналів приміщення торговельного центру

№	Назва	Позначення	Тип сигналу
1	Клапан припливного повітря повністю відкритий	LS	DI
2	Регулювання клапану припливного повітря	M1	AO
3	Датчик диференціального тиску на вентиляторі	PDS2	DI
4	Пожежа	Пожежа	DI
5	Датчик температури припливного повітря	TE1	AI
6	Датчик температури повітря в приміщенні	TE2	AI

Виходячи з інформації з табл. 1, для керування вентиляційною установкою потрібно 3 сигнали аналогового входу, 1 сигнал аналогового виходу, 8 сигналів дискретного входу, 6 сигналів дискретного виходу, а з табл. 2 – для керування параметрами приміщення необхідно 2 сигнали аналогового входу, 1 сигнал аналогового виходу, 3 сигнали дискретного входу.

Під час підбору обладнання рекомендується сигнали, які відносяться до керування вентиляційною установкою, винести в окремий модуль, а сигнали для збору даних і керування виконавчими пристроями в приміщенні винести окремо.

Центральним компонентом збору та обробки даних є комп'ютер з установленною SCADA-системою. Інформація у SCADA-систему про поточний стан датчиків і виконавчих пристроїв має надходити від центрального програмованого логічного контролера (ЦПЛК). ЦПЛК може збирати дані з інших ПЛК, які безпосередньо керують виконавчими пристроями (рис. 7).

ЦПЛК обрано контролер фірми Siemens S7-1200, що разом з модулями розширення може обслуговувати від 10 до 284 дискретних та від 2 до 51 аналогового каналів входів-виходів.

Для комунікації зі SCADA-системою вибрано Ethernet. Для комунікації з іншими ПЛК використовується інтерфейс RS-485 по протоколу Modbus у режимі Master. Локальне керування здійснюється за допомогою ПЛК в режимі Modbus Slave.

SCADA

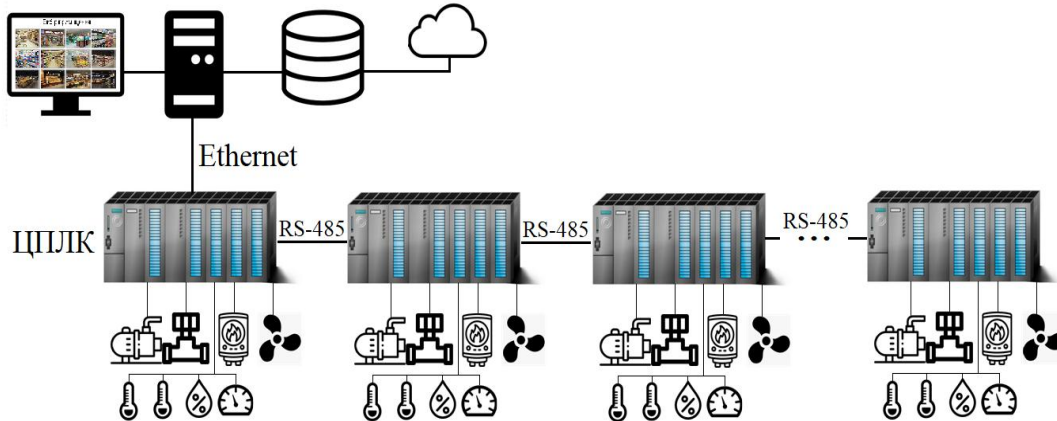


Рис. 7. Загальна структурна схема автоматизації торговельного центру

Мнемосхема SCADA-системи повинна складатися з авторизації користувача, вікна задання уставок, вибору приміщення, журналу аварійних ситуацій. Для доступу до керування SCADA-системою користувачу потрібно ввести логін та пароль, тобто авторизуватися (рис. 8). Контроль доступу ділиться на групи: гість, оператор, адміністратор. Права в користувачів відрізняються кількістю функцій, які доступні до виконання.

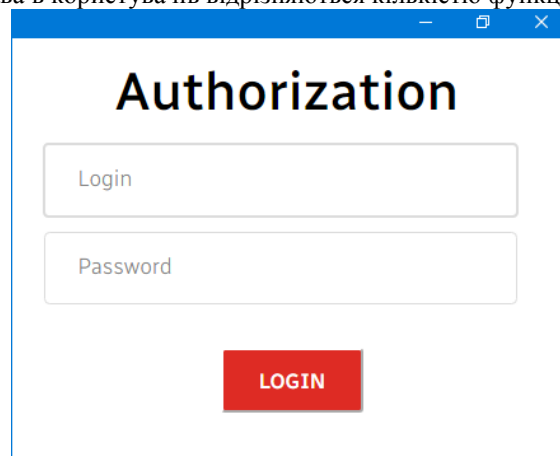


Рис. 8. Вікно авторизації

Далі оператору надається інформація про поточний стан торговельного центру. Користувач може обрати конкретне приміщення (рис. 9), або подивитися журнал аварій (рис. 10). У правому верхньому куті зазвичай наводиться інформація про авторизованого користувача, наявність активних аварій, температуру і вологість зовнішнього повітря. Знизу може розташовуватися панель задач, на якій виводиться поточна дата та час.



Рис. 9. Мнемосхема вибору приміщення

У журналі аварій у форматі дата, час, повідомлення наводиться інформація про попередження та аварійний стан системи. Кожна аварія може бути квитирувана, тобто оператор підтверджує, що бачив цю аварію та усунув її.

Час	Текст повідомлення	Завершено	Підтверджено	Підтвердив
07.05 20:19:14	Високий тиск у системі	07.05 20:19:59	07.05 20:19	Адміністратор
07.05 20:19:13	Пожежа	07.05 20:19:58	07.05 20:19	Адміністратор
07.05 20:19:12	Засорення фільтра	07.05 20:19:57	07.05 20:19	Адміністратор
07.05 20:19:11	Здійснено запуск системи	07.05 20:19:56	07.05 20:19	Адміністратор
07.05 20:19:10	Спрацював пресостат	07.05 20:19:55	07.05 20:19	Адміністратор

Рис. 10. Журнал аварій

Після вибору приміщення відкривається мнемосхема (рис. 11). На ній оператор бачить поточний стан показань датчиків, стан роботи виконавчих пристроїв, тобто дізнається про поточний стан роботи системи.

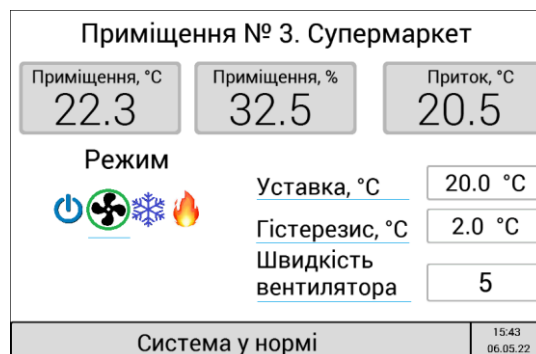


Рис. 11. Вікно задання уставок

У вікні оператор може задати уставки роботи виконавчих пристроїв, обрати режим роботи системи, переглянути журнал аварійних повідомлень, які стосуються саме цього приміщення.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

У статті описано процес розробки автоматизованої системи керування та диспетчеризації мікроклімату на прикладі торговельного центру. Наведено алгоритми, які використовуються при побудові систем кондиціонування та вентиляції повітря, що дозволило виділити компоненти, до яких можливо застосувати енергозберігаючі закони управління. Запропоновано створювати програмну частину, розділену на бізнес-логіку у програмованому логічному контролері та візуалізацію у SCADA-системі з логуванням подій, заданням уставок. Складено перелік вхідних-вихідних сигналів, який дозволив підібрати обладнання для автоматизації. Розроблено структурну, функціональну схему підключення обладнання до контролерів. Описано перелік аварійних ситуацій, які можуть виникнути під час функціонування вентиляційної установки.

Показано, що доцільно побудову структуру системи управління розділити на дві частини: персональний комп'ютера, де запущена SCADA-система, та окремі локальні контролери для керування виконавчими пристроями з метою підтримання заданих параметрів у приміщенні.

З використанням SCADA-системи розроблено мнемосхеми для диспетчеризації торговельного центру, які відображають інформацію та спрощують прийняття рішень при виникненні аварійних ситуацій.

Література

1. HVAC Energy Breakdown. URL: <https://www.environment.gov.au/system/files/energy/files/hvac-factsheet-energy-breakdown.pdf> (accessed: 09.05.2022).
2. Baksi M. Design of fire detection and alarm system using PLC SCADA for shopping mall / M. Baksi, B.N. Phadke, P. Patel // Global Journal of Advanced Engineering Technologies and Sciences. – 2014. – Vol. 1, No. 4. – P. 7–10.
3. An Approach Towards Prepaid Metering System using PowerStudio SCADA / A. Wasaya [et al.] // 4th International Conference on Energy Conservation and Efficiency (ICECE). – Lahore, 2021. – P. 1–5. – DOI: 10.1109/ICECE51984.2021.9406294.
4. Patil N. Review on Energy Efficient Intelligent Lighting System / N. Patil, A. C. Wani // International Conference on Global Trends in Engineering, Technology and Management (ICGTETM–2016). – Bambhori, Jalgaon, 2016. – P. 433–436.
5. Working phases of SCADA system for power distribution networks / Shalini S. K. J [et al.] // International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering. – 2013. – Vol. 2, Iss. 5. – P. 2037–2043.

6. Chauhan R. K. Intelligent SCADA System / R. K. Chauhan, M. L. Dewal, K. Chauhan // International Journal on power system optimization and Control. – 2010. – Vol. 2, No. 1. – P. 143–149.
7. Monitoring of renewable energy systems by IoT - aided SCADA system [Electronic resource] / O. Qays [et al.] // Energy Science & Engineering. – 2022. URL : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ese3.1130>. – DOI: 10.1002/ese3.1130/ (accessed 09.05.2022).
8. Бугаєва Л. М. Інтелектуальний аналіз як необхідний інструмент для ефективного використання баз даних систем SCADA / Л. М. Бугаєва, Ю. О. Безносик, І. А. Сидоренко // Topical issues of the development of modern science: Abstracts of III Intern. Sci. and Practical Conf. Софія, Болгарія. – 2019. – С. 422–426.
9. Міркевич Р. М. Розробка програмного каркасу для контролерів базової системи керування процесом з урахуванням вимог до інтегрування з іншими підсистемами і реалізації сервісних функцій діагностики та обслуговування / Р. М. Міркевич, В. А. Путятіна // Перша Міжнародна конференція «Проблеми виведення з експлуатації об'єктів ядерної енергетики та відновлення оточуючого середовища». – Славутич, 2016. – С. 161–165.
10. Катаєва Є. Ю. АСУ ТП SCADA-System в застосуванні інтелектуалізації проектування технологічного процесу / Є. Ю. Катаєва, А. В. Павлов // Молодий вчений. – 2017. – № 10 (50). – С. 50–54.
11. Великодний С. С. Реінжиніринг систем моніторингу та дистанційного управління судновими енергетичними установками / С. С. Великодний // Автоматика – 2015 : матеріали XXII міжнар. конф. з автоматичного управління. – Одеса, 2015. – С. 133–134.

References

1. HVAC Energy Breakdown. URL: <https://www.environment.gov.au/system/files/energy/files/hvac-factsheet-energy-breakdown.pdf> (accessed: 09.05.2022).
2. Baksi M. Design of fire detection and alarm system using PLC SCADA for shopping mall / M. Baksi, B.N. Phadke, P. Patel // Global Journal of Advanced Engineering Technologies and Sciences. – 2014. – Vol. 1, No. 4. – P. 7–10.
3. An Approach Towards Prepaid Metering System using PowerStudio SCADA / A. Wasaya [et al.] // 4th International Conference on Energy Conservation and Efficiency (ICECE). – Lahore, 2021. – P. 1–5. – DOI: 10.1109/ICECE51984.2021.9406294.
4. Patil N. Review on Energy Efficient Intelligent Lighting System / N. Patil, A. C. Wani // International Conference on Global Trends in Engineering, Technology and Management (ICGTETM–2016). – Bambhori, Jalgaon, 2016. – P. 433–436.
5. Working phases of SCADA system for power distribution networks / Shalini S. K. J [et al.] // International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering. – 2013. – Vol. 2, Iss. 5. – P. 2037–2043.
6. Chauhan R. K. Intelligent SCADA System / R. K. Chauhan, M. L. Dewal, K. Chauhan // International Journal on power system optimization and Control. – 2010. – Vol. 2, No. 1. – P. 143–149.
7. Monitoring of renewable energy systems by IoT- aided SCADA system [Electronic resource] / O. Qays [et al.] // Energy Science & Engineering. – 2022. URL : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ese3.1130>. – DOI: 10.1002/ese3.1130/ (accessed 09.05.2022).
8. Buhaieva L. M. Intelktualnyi analiz yak neobkhdnyi instrument dlia efektyvnoho vykorystannia baz danykh system SCADA / L. M. Buhaieva, Yu. O. Beznosyk, I. A. Sydorenko // Topical issues of the development of modern science: Abstracts of III Intern. Sci. and Practical Conf. Sofiia, Bolhariia. – 2019. – S. 422–426.
9. Mirkevych R. M. Rozrobka prohramnoho karkasu dlia kontrolleriv bazovoi systemy keruvannia protsesom z urakhuvanniam vymoh do intehruvannia z inshymy pidsystemamy i realizatsii servisnykh funktsii diahnostryky ta obsluhovuvannia / R. M. Mirkevych, V. A. Putiatina // Persha Mizhnarodna konferentsiia «Problemy vyvedennia z ekspluatatsii ob'iektiv yadernoi enerhetyky ta vidnovlennia otochuiuchoho seredovyschcha». – Slavutyich, 2016. – S. 161–165.
10. Kataieva Ye. Yu. ASU TP SCADA-System v zastosuvanni intelektualizatsii proektuvannia tekhnolohichnoho protsesu / Ye. Yu. Kataieva, A. V. Pavlov // Molodyi vchenyi. – 2017. – № 10 (50). – S. 50–54.
11. Velykodnyi S. S. Reinzhyrnirynh system monitorynhtu ta dystantsiinoho upravlinnia sudnovymy enerhetychnymy ustanovkamy / S. S. Velykodnyi // Avtomatyka – 2015 : materialy XXII mizhnar. konf. z avtomatychnoho upravlinnia. – Odesa, 2015. – S. 133–134.